

Zeitschrift: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

Band: 93 (1995)

Heft: 2

Artikel: Naturgefahren - Schutzkonzepte : Der Beitrag der Versuchsanstalt Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich

Autor: Vischer, D.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-235130>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 14.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Naturgefahren – Schutzkonzepte

Der Beitrag der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich

D. Vischer

Die Jahre 1990 bis 1999 wurden von den Vereinten Nationen als Dekade zur Verminderung von Naturkatastrophen («International Decade for Natural Disaster Reduction») bezeichnet. Was geht das die Schweiz an?

Nachstehend wird eine Übersicht über die Naturgefahren und die Schutzkonzepte vermittelt. Dann wird als Beispiel für einen schweizerischen Beitrag auf die Arbeiten der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich (VAW) hingewiesen. Die Abbildungen illustrieren den entsprechenden Erfahrungsbereich.

Les années 1990 à 1999 ont été désignées par les Nations Unies comme décennie de la diminution des catastrophes naturelles («International Decade for Natural Disaster Reduction»). En quoi cela regarde-t-il la Suisse?

On nous donne ci-après un aperçu des dangers naturels et des concepts de protection. Puis il est fait état, à titre d'exemple de contribution de la Suisse, des travaux des Laboratoires de recherches hydrauliques, hydrologiques et glaciologiques de l'EPFZ. Les images illustrent le domaine d'expérience correspondant.

Gli anni dal 1990 fino al 1999 sono stati definiti dalle Nazioni Unite come il decennio per la riduzione delle catastrofi naturali (International Decade for Natural Disaster Reduction). Cosa fa la Svizzera a riguardo? Qui di seguito viene fornita una panoramica dei pericoli naturali e dei concetti di protezione. Si porta anche l'esempio di un contributo svizzero fornito dell'Istituto sperimentale per le costruzioni idrauliche, l'idrologia e la glaziologia (VAW) del Politecnico di Zurigo. Le illustrazioni mostrano il relativo campo di esperienze.

Was sind Naturgefahren?

Zu den Naturgefahren werden in der Regel folgende Ereignisse gezählt:

- Stürme, einschliesslich Hagel
- Kälteeinbrüche
- Schnee- und Eislawinen
- Vulkanausbrüche
- Murgänge
- Erdbeben, einschliesslich Tsunamis
- Hochwasser
- Bergstürze
- Sturmfluten
- grosse Rutschungen
- Dürre
- Wald- und Steppenbrände.

Auch die Heuschreckenplage wird in den davon betroffenen Ländern als Naturgefahr gewertet. Und eigentlich müsste man noch andere, von der Fauna und Flora ausgehende Gefahren dazuzählen, man denke etwa an die durch gewisse Erreger verursachten Epidemien.

Ereignisse, die als Naturgefahren bezeichnet und bei ihrer Manifestation dann als Naturkatastrophen gewertet werden, haben offenbar eines gemeinsam: Es handelt sich um Ereignisse, die rein natürlichen Ursprungs sein können. Dementsprechend sind sie auch schon seit Urzeiten bekannt und als sogenannte höhere Gewalt gefürchtet. Das schliesst aber nicht aus, dass sie noch durch anthropogene Einflüsse verstärkt oder gar durch solche allein ausgelöst werden können. So ent-

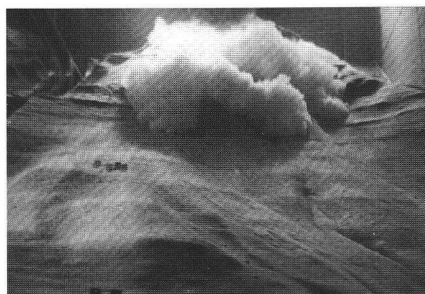


Abb. 1: Nachbildung einer Staublawine im physikalischen Modell.



Abb. 2: Überschwemmung in Brig am 24. 9. 1993 (Foto ASL, Lausanne).

stehen die Wald- und Steppenbrände in einigen Fällen auf natürliche Weise durch Blitzschlag, in andern jedoch durch fahrlässige oder vorsätzliche Brandstiftung. Zum Wesen der Naturkatastrophen gehört auch eine gewisse Seltenheit, Unberechenbarkeit und Plötzlichkeit des Auftretens. Eine Naturkatastrophe wird als Drama empfunden, übt also – wie es die Zahl der Schaulustigen vor Ort und am Fernseher jeweils unterstreicht – eine grosse Faszination aus. Davon ausgenommen sind nur die Dürre und Kälteeinbrüche, die sich eher schleichend bemerkbar machen und keine vergleichbare Aufmerksamkeit erfahren.

Gibt es Gemeinsamkeiten bei den Schutzkonzepten

Inwiefern gleichen sich die Naturkatastrophen in ihrer Erscheinungsform? Eine naheliegende, aber anregende Antwort ist die: Mit Ausnahme der Dürre und der Kälteeinbrüche, die, wie schon angedeutet, etwas andere Aspekte aufweisen, manifestieren sich alle Naturkatastrophen mehr oder weniger deutlich in drei Zonen:

1. Die Entstehungs- oder die Ursprungszone:

In dieser Zone entsteht das seltene Naturereignis, das zu einer Katastrophe führt.

2. Die Translations- oder die Ausbreitungszone:

Das katastrophale Naturereignis schlägt dort einen bestimmten Weg ein oder breitet sich allseitig aus.

3. Die Wirkungszone oder das Katastrophengebiet:

Das katastrophale Naturereignis erreicht



Abb. 3: Überschwemmung in Poschiavo 1987 (Foto A. Riedo, Poschiavo).



Abb. 4: Bergsturz in Randa, Aufnahme vom 17. 6. 1991.



Abb. 5: Eine durch die Flut zerstörte Brücke über den Abra River, Philippinen.

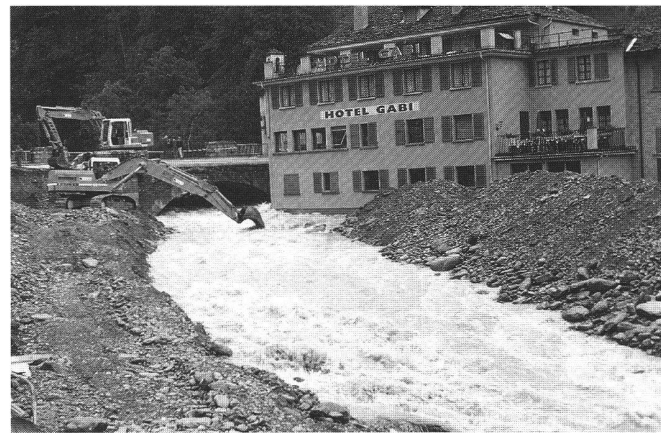


Abb. 6: Hochwasser vom 24. 9. 1994 am Simplon, Freihaltung des Brückendurchlasses bei Gabi mit Baggern (Foto J. Escher).



Abb. 7: Hochwasser im Fluss Jhelum in Pakistan am 10. 9. 1992.



Abb. 8: Die überschwemmte Urner Reusebene am 25. August 1987 (Foto R. Meier, Baden).

den menschlichen Lebensraum, verheert diesen und bedroht des Menschen Gesundheit und Leben.

Wenn also eine Naturkatastrophe abgewendet werden soll, gilt es in erster Linie die Wirkungszone oder das Katastrophengebiet vor ihren Verheerungen zu schützen. Doch leuchtet unmittelbar ein, dass sich die entsprechenden Schutzkonzepte auf alle drei Zonen erstrecken müs-

sen oder können. Und in allen diesen Zonen stellen sich eigentlich die gleichen grundlegenden Fragen:

- Wo liegt die Zone?
- Kann das Ereignis vorausgesagt werden?
- Wie manifestiert es sich?
- Wie lässt es sich verhindern oder dämpfen?

Der Beitrag der VAW zu einigen Schutzkonzepten

In der Entstehungszone

Bei den Stürmen interessieren uns vor allem die Starkniederschläge. Ein Teil unserer hydrologischen Forschung geht der Frage nach, wo und mit welcher Häufigkeit diese entstehen und in welchem Ausmass sie zur Hochwasserbildung bei-



Abb. 9: Murganganrisse im Bereich historischer Moränen im Gerental/Goms.

tragen. Als Schutzkonzepte werden Rückhaltmassnahmen in den Einzugsgebieten untersucht und in Form von Regenmulden, Hochwasserdosierern und kleinen Stauseen konzipiert.

Hochwasser werden ausser durch Niederschläge und Schneeschmelze auch durch den Ausbruch von Gletscherseen oder natürlicher Stauseen ausgelöst. Als Beispiel diene der Fall Chlöwena im Kanton Freiburg. Dort engt ein langsamer aber grosser Rutsch zunehmend den an seinem Fuss vorbeifliessenden Höllibach ein. Als Folge bildete sich im Sommer 1994 ein kleiner Stausee, der plötzlich ausbrechen und talwärts Verwüstungen anrichten könnte. Aufgrund rasch durchgeführter Modellversuche vermochten wir dem Krisenstab Anhaltspunkte für die Geschwindigkeit der allfälligen Breschenentwicklung und die Grösse der Flutwelle zu geben.

Auch die Entstehung von Eislawinen als Folge von Gletscherabbrüchen ist schon seit Jahren Gegenstand unserer Forschung. Dabei wurden bei der Voraussage des Bruches aufgrund von Messungen vor Ort oder telemetrisch bemerkenswerte Fortschritte erzielt. Neueren Datums ist die Untersuchung der Permafrostrückbildung als auslösende Ursache für Murgänge und Bergstürze. Eine allfällige Klimaerwärmung würde sich ja gerade in der Kryosphäre stark bemerkbar machen.

Eine von uns seit vielen Jahren betriebene Grundlagenforschung ist jene der Tsunamis. Zwar bearbeiten wir nicht die von Erdbeben erzeugten Schwallwellen in stehenden Gewässern, sondern die von Uferinstabilitäten wie Bergstürze, Hangrutsche, Lawinen, Gletscherabbrüche und Murgänge verursachten. Angesichts der Vielfalt der Parameter ist es nie leicht, die Wellenbildung in Seen, Stauseen und Meeresbuchten vorauszusagen.



Abb. 10: Das erodierte Gerinne im Val Varuna nach dem Murgangereignis vom 18./19. Juli 1987 (Foto A. Godenzi, Chur).



Abb. 11: Murgangspuren in Münster, Wallis, am 27. August 1987.

In der Translations- und Ausbreitzzone

Mit der Translation von Nassschnee- und Eislawinen befassen wir uns nicht. Hingegen steht bereits eine dritte Forschungsarbeit vor dem Abschluss, die sich mit der Ausbreitung von Staublawinen befasst. Sie basiert darauf, dass solche Lawinen relativ gut als Suspensionsströmungen im Wassertank nachgebildet werden können. Eine berühmte Staublawine im Wallis liess sich sogar als hydraulischer Modellversuch im Massstab 1:1000 mit befriedigender Genauigkeit nachbilden.

Zur Bearbeitung von Problemstellungen des Hochwasserschutzes wurden von uns

mehrere hydrologische und hydraulische Abflussmodelle entwickelt. Sie erlauben Aussagen über die Bildung eines Hochwassers in einem kleinen und mittleren Einzugsgebiet. Da vor allem die Vorgänge in der Bodenmatrix schwer quantifizierbar sind, führen wir Beregnungsversuche in verschiedenen Einzugsgebieten durch. Sie dienen der Eichung von numerischen Niederschlag-Abflussmodellen. Für die Erfassung des Geschehens im Gewässernetz hat sich ein Modell für instationäre Abflüsse als besonders leistungsfähig erwiesen, weil es die Translation der Hochwasserwellen selbst in stark verzweigten und ausufernden Flüssen nachbilden kann. Wo bei Hochwasser auch sehr viel Geschiebe bewegt wird, gilt es die instationäre Sohlenlage zu berücksichtigen; das geschieht mit einem numerischen Modell zur Berechnung entsprechender flussmorphologischer Veränderungen. Zu den Schutzmassnahmen, die wir sowohl rechnerisch wie modelltechnisch bearbeiten, gehören die klassischen Flussbaumassnahmen sowie neuerdings auch gerinneparallele Flutmulden.

Unsere früheren theoretischen und experimentellen Untersuchungen über die Bewegung von Murgängen werden zur Zeit nicht fortgesetzt. Dafür erfahren einige grundlegende Studien zur Erfassung der Geschiebebewegung in flachen und steilen Flüssen eine hohe Priorität. Neben drei sich diesem Thema widmenden Forschungsarbeiten führen auch die laufenden Auftragsforschungen für Wildbachprobleme weiter. Im Zusammenhang mit den Schutzmassnahmen bestehen Kontakte zu den diesbezüglich führenden Japanern.

Von der Entstehung der durch Uferinstabilitäten erzeugten Tsunamis war schon die Rede. Die schnelle Translation dieser langen Wellen wurde und wird von uns



Abb. 12: Ein Tag nach der Unwetterkatastrophe vom 20. Juli 1987 in Poschiavo, Graubünden.



Abb. 13: Bergsturz im Veltlin am 28. Juli 1987.



Abb. 14: Schuttbedecktes Eis des Ghiacciaio del Belvedere stösst in den Lärchenwald auf der Aussenflanke der historischen Seitenmoräne vor (1986).

weiter bearbeitet. Eine willkommene praktische Anwendung unserer Resultate ergab sich 1992 bei einer Sprengung an der Axentstrasse, die zu einem bergsturzartigen Gesteinseintrag in den Urnersee führte. Vor einigen Jahren widmeten wir uns noch der theoretischen und experimentellen Erforschung der Bewegung von sogenannten Sturzströmen.

In der Wirkungszone, das heisst im Katastrophengebiet

Bei den Staublawinen ist unsere Forschung zur Zeit auf folgende Fragen ausgerichtet: Wie gross ist der Luftdruck in der Wirkungszone? Wie gross ist die Schneekonzentration in der Luft und wieviel Schnee lagert sich in der Auslaufzone ab? Ähnliche Fragen der Auslaufzone haben uns seinerzeit schon bei den Murgängen und Sturzströmen beschäftigt. Eine ganz besondere Erfahrung vermittelte uns die Mitwirkung am Krisenmanagement beim Bergsturz von 1991 in Randa.

Die Ausbreitung der Hochwasser in Siedlungen und stark bewegtem und bewaldetem Gelände ist der Rechnung noch wenig zugänglich. Heikle Probleme erfordern deshalb immer noch Fallstudien am hydraulischen Modell, wie sie im Nachgang zu den Verheerungen in Brig vom 24. September 1993 vorgenommen wurden. Dort ging es einerseits um die Reproduktion des Ereignisses im Sinne einer Ursachenanalyse und andererseits um die Erarbeitung angemessener Schutzkonzepte. Mit gezielten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten möchten wir überall den Massnahmenkatalog für den Hochwasserschutz erweitern helfen. So gilt es insbesondere die Idee der gestaffelten Abwehrdispositive einschliesslich Objektschutz – damit ist ein auf einzelne wichtige Punkte beschränkter Schutz gemeint – zu fördern.

Im Hinblick auf Tsunamis, die durch Uferinstabilitäten verursacht werden, interes-

sieren uns unter anderem die Verhältnisse in Stauseen. Nach einer Fallstudie über die Auswirkungen eines kalbenden Gletschers auf eine Staumauer laufen jetzt Grundsatzversuche; sie zielen auf eine Bestimmung der Wassermengen ab, die im Gefolge von Tsunamis über eine Tal-sperre schwappen könnten.

Die Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Selbstverständlich beansprucht die VAW kein «Copyright» auf dem Gebiet der Naturgefahren. Es gibt einzelne Naturgefahren mit denen wir uns überhaupt nicht oder nur am Rande befassen. Und bei jenen, die unserer Ausrichtung entsprechen und darum von uns behandelt werden, arbeiten wir häufig und gerne mit andern Stellen zusammen. Zu diesen zählen wir einmal die Institute der ETH



Abb. 15: Zunge des Glaciar Grande del Nevado del Plomo, Argentinien, unmittelbar nach einem Surge von drei Kilometern.

Zürich, die sich innerhalb der Fachgruppe für die Reduktion von Naturkatastrophen (FARN) koordinieren, nämlich die Institute für Atmosphärenphysik, Baustatik und Konstruktion, Geophysik und Geotechnik sowie die Professur für Ingenieurgeologie. Ferner rechnen wir zu unseren einschlägigen Kontakten innerhalb der ETH auch das Institut für Geographie und die Professur für forstliches Ingenieurwesen. Ausserhalb der ETH Zürich bestehen zudem enge Verbindungen zu den Schwesterinstituten an der EPF Lausanne und zur Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft mit dem dort inkorporierten Institut für Schnee- und Lawinenforschung sowie selbstverständlich zu den massgebenden Stellen des Bundes und der Kantone.

Wir profitieren von dieser Zusammenarbeit zu allererst in der Lehre, wo wir verschiedene einschlägige Unterrichtsveranstaltungen bestreiten – beispielsweise in Form einer Vorlesung «Naturgefahren-Schutzkonzepte» des Verfassers. Dann erfährt auch unsere Forschung entscheidende Impulse, die gerade jetzt durch unser starkes Engagement im Nationalen Forschungsprogramm «Klimaänderungen und Naturkatastrophen» zum Tragen kommen. Und schliesslich sammelt sich bei uns ein von der Öffentlichkeit immer wieder in Anspruch genommenes «Know How» an bei der Bestimmung von Gefahrenzonen, der Voraussage hinsichtlich Echtzeit oder Häufigkeit drohender Ereignisse, der Beschreibung und Berechnung der Auswirkungen und schliesslich der Wahl und Verwirklichung tauglicher Schutzkonzepte.

Adresse des Verfassers:
Prof. Dr.-Ing. Daniel Vischer
Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie
ETH-Zentrum
CH-8092 Zürich